

# ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ЦВЕТОВЫМ КАРТИРОВАНИЕМ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОЙ ФАЗЫ ОСТРОГО ГЕМАТОГЕННОГО ОСТЕОМИЕЛИТА У ДЕТЕЙ

В.Г. Сварич, А.В. Подкаменев, Д.А. Лыуров

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Россия

## APPLICATION OF MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY WITH COLOR MAPPING AND MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE DIAGNOSIS OF THE INTRAMEDULLARY PHASE OF ACUTE HEMATOGENOUS OSTEOMYELITIS IN CHILDREN

V.G. Swarich, A.V. Podkamenev, D.A. Lyurov

St. Petersburg State Pediatric Medical University, Russia

**Актуальность.** Острый гематогенный остеомиелит (ОГО) является хорошо изученным заболеванием. Однако частота диагностических ошибок при нем остается высокой. Поэтому визуализация воспалительного процесса в кости должна быть направлена на его раннюю диагностику, что приведет в конечном итоге к успешному лечению.

**Цель исследования.** Оценка достоверности магнитно-резонансной томографии (МРТ) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в диагностике интрамедуллярной фазы ОГО.

**Материалы и методы.** Под нашим наблюдением находились 30 пациентов в возрасте от 3 до 17 лет с подозрением на ОГО длинных трубчатых костей. Критерий включения – поступление в течение 72 часов от начала заболевания. Комплексное обследование включало, в том числе, МСКТ с методом цветового картирования. В заключении проводилась остеотонометрия [7] и забор содержимого костномозгового канала (КМК) для проведения микробиологических и лабораторных исследований. Для оценки достоверности МРТ и МСКТ определяли их чувствительность (Ч) и специфичность (С) по следующим формулам:  $Ч = ДП / ДП + ЛО$  и  $С = ДО / ДО + ЛП$ , где ДП – количество достоверно положительных результатов; ДО – количество достоверно отрицательных результатов; ЛО – количество ложноположительных результатов; ЛП – количество ложноотрицательных результатов.

**Результаты.** В интрамедуллярной фазе ОГО при МРТ и МСКТ в 96% случаев выявлены признаки отёка костного мозга. Чувствительность МРТ составила 96% – так же, как и при МСКТ, однако специфичность была значительно ниже, чем у МСКТ с применением метода цветового картирования и оценкой рентгенологической плотности, и составила соответственно 67% против 83% ( $p < 0,05$ ).

**Обсуждение.** Использование МРТ и МСКТ с методом цветового картирования и оценкой рентгенологической плотности стало применяться недавно. О высокой информативности МСКТ в диагностике ОГО имеется множество сообщений. По сравнению с МРТ, МСКТ обладает определёнными преимуществами – меньшее время исследования, использование при наличии различных металлических конструкций на/в теле пациента.

### Выводы:

1. Картина интрамедуллярной фазы ОГО по данным МРТ и МСКТ свидетельствует об отёке костного мозга, как о его наиболее раннем признаке.

2. МСКТ с использованием цветового картирования и оценкой рентгеновской плотности обладает высокой специфичностью и может с МРТ использоваться в качестве ведущего метода диагностики интрамедуллярной фазы ОГО.

**Ключевые слова:** мультиспиральная компьютерная томография, цветовое картирование, магнитно-резонансной томография.

**Relevance.** Acute hematogenous osteomyelitis (CGO) is a well-studied disease. However, the frequency of diagnostic errors remains high. Therefore, visualization of the inflammatory process in the bone should be aimed at its early diagnosis, which will eventually lead to successful treatment.

The purpose of the study.

Assessment of the reliability of magnetic resonance imaging (MRI) and multispiral computed tomography (MSCT) in the diagnosis of the intramedullary phase of CSF.

**Materials and methods.** We observed 30 patients aged 3 to 17 years with suspected long tubular bones. The inclusion criterion is admission within 72 hours of the onset of the disease. The comprehensive examination included, among other things, MSCT using the color mapping method. Finally, osteotometry was performed [7] and the contents of the bone marrow canal (CMC) were taken for microbiological and laboratory studies. To

assess the reliability of MRI and MSCT, their sensitivity (HR) and specificity (S) were determined using the following formulas:  $HR=DP/DP+LO$  and  $C=UP\ TO/UP\ TO+LP$ , where, DP is the number of reliably positive results; UP is the number of reliably negative results; LO is the number of false negative results; LP is the number of false positive results.

**Results.** In the intramedullary phase of CSF, MRI and MSCT revealed signs of bone marrow edema in 96% of cases. The sensitivity of MRI was 96%, the same as with MSCT, but the specificity was significantly lower than that of MSCT using the color mapping method and X-ray density assessment, and was 67% versus 83%, respectively ( $p<0.05$ ).

**Discussion.** The use of MRI and MSCT with color mapping and X-ray density estimation has been used recently. There are many reports about the high informative value of MSCT in the diagnosis of CSO. Compared to MRI, MSCT has certain advantages - shorter examination time, use in the presence of various metal structures on / in the patient's body.

**Conclusions:**

1. The picture of the intramedullary phase of CSF according to MRI and MSCT indicates bone marrow edema, as its earliest sign.

2. MSCT using color mapping and X-ray density estimation has a high specificity and can be used with MRI as a leading diagnostic method for the intramedullary phase of CSF.

**Keywords:** *multispiral computed tomography, color mapping, magnetic resonance imaging.*

**Актуальность.** Острый гематогенный остеомиелит (ОГО) является хорошо изученным заболеванием. Однако частота диагностических ошибок при нем остается высокой [1–3]. Его клиническая картина имеет особенности течения у детей разных возрастных групп, вследствие незрелости костной ткани и других систем организма [4, 5]. Быстрая диагностика ОГО имеет решающее значение для профилактики его осложнений [6], поэтому визуализация воспалительного процесса в кости должна быть направлена на его раннюю диагностику, что приведёт, в конечном итоге, к успешному лечению.

**Цель исследования.** Оценка достоверности магнитно-резонансной томографии (МРТ) и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в диагностике интрамедуллярной фазы ОГО.

**Материалы и методы.** Под нашим наблюдением находились 30 пациентов в возрасте от 3 до 17 лет с подозрением на ОГО длинных трубчатых костей. Критерий включения – поступление в течение 72 часов от начала заболевания. Комплексное обследование включало, в том числе, МСКТ с методом цветового картирования. Применялся 16-срезовый мультиспиральный компьютерный томограф Aquilion 16 (Япония). Так же проводили МРТ заболевшей конечности на 1,5 Тл МР-томографе Optima MR450w «GE» (США) с использованием брюшной катушки (Body) в положении пациента лёжа на столе. Протокол МРТ включал в себя стандартные импульсные последовательности T1, T2, STIR в трёх проекциях. В заключение проводилась остеонетрия [7] и забор содержимого костномозгового канала (КМК) для проведения микробиологических и лабораторных исследований. Для оценки достоверности МРТ и МСКТ определяли их чувствительность (Ч) и специфичность (С) по следующим формулам:  $Ч=ДП/ДП+ЛО$  и  $С=ДО/ДО+ЛП$ , где ДП – количество достоверно положительных результатов; ДО – количество достоверно отрицательных результатов; ЛО – количество ложноотрицательных результатов; ЛП – количество ложноположительных результатов.

Достоверно положительным (отрицательным) результатом считали случаи положительного (отрицательного) совпадения заключения по МРТ и МСКТ с окончательным диагнозом. Ложноположительным (отрицательным) результатом считали случаи положительного (отрицательного) заключения по МРТ и МСКТ, не соответствующие окончательному диагнозу [8]. Статистическая обработка полученных результатов исследования проводилась с использованием пакета прикладных программ Statistics v.22 (разработчик компания – IBM SPSS, США). Вначале проводили проверку выборок на нормальность распределения с помощью непараметрического критерия Колмогорова–Смирнова, с поправкой Лиллиефорса. Далее проводили сравнительный анализ данных МРТ и МСКТ у пациентов с ОГО внутри протокола сканирования с помощью критерия Стьюдента для независимых выборок при уровне значимости 0,05.

**Результаты.** У 95% пациентов визуализировались ранние воспалительные изменения в костном мозге в виде отёчных участков с сигналом высокой интенсивности в режиме T2 STIR и сигналом низкой интенсивности на T1-изображениях (МРТ).

Данные МСКТ с цветным картированием и оценкой рентгенографической плотности показали также, что в 95% наблюдений у тех же пациентов отмечались ранние воспалительные изменения в костном мозге в виде отёчных зон, отображаемых красным цветом при цветном картировании, а рентгеновская плотность в зоне диафиза увеличена в диапазоне от -26 до +5,6 НУ.

По данным МРТ, у 23 больных диагноз ОГО был достоверно положительным (ДП) и у 4 пациентов – достоверно отрицательным (ДО). Последнее подтвердилось инструментальными, микробиологическими и бактериологическими исследованиями. Два пациента с артритом и травмой имели ложноположительные (ЛП) результаты. Один пациент при МРТ не давал изменения сигнала – ложноотрицательный (ЛО) результат.

$$Ч = ДП/ДП+ЛО \cdot 100 = 23/23+1=96\%; С = ДО/ДО+ЛП \cdot 100=4/4+2=67\%.$$

По данным МСКТ, у 23 больных был ДП диагноз ОГО. У 5 пациентов был диагноз ДО, что подтверждено последующими инструментальными, микробиологическими и бактериологическими исследованиями. Один ЛО результат зафиксирован у пациента с гистиоцитозом Х. Один ЛО при КТ – изменение выявлено не было.

$$Ч = ДП/ДП+ЛО \cdot 100=23/23+1=96\%; С = ДО/ДО+ЛП \cdot 100=5/5+1=83\%.$$

По данным остеотонометрии, у всех пациентов, поступивших в стационар, отмечалось повышение внутрикостного давления в поражённой конечности выше 200 мм вод. ст. Микробиологическое и бактериологическое исследования подтвердили или исключили течение ОГО в исследуемой группе пациентов.

При оценке цветового картирования во всех случаях было зафиксировано изменение цветовой гаммы в области диафиза поражённой конечности у пациентов с ОГО. Изменения цвета в метафизарных областях поражённой конечности у пациентов с ОГО не отмечено.

**Обсуждение.** Роль МСКТ в диагностике ОГО у детей получила значительное признание в детской хирургии [9–11]. Использование МРТ и МСКТ с методом цветового картирования и оценкой рентгенологической плотности стало применяться недавно [12–14]. О высокой информативности МСКТ в диагностике ОГО имеется множество сообщений [15–17]. Мы отметили, что чувствительность МРТ и МСКТ идентичная – 96%. Однако специфичность МРТ была значительно ниже, чем у МСКТ с применением метода цветового картирования и оценкой рентгенологической плотности, и составила соответственно 67% против 83% ( $p < 0,05$ ). Поэтому, по сравнению с МРТ, МСКТ обладает определёнными преимуществами – меньшее время исследования, использование при наличии различных металлических конструкций на/в теле пациента.

#### **Выводы:**

1. Картина интрамедуллярной фазы ОГО, по данным МРТ и МСКТ, свидетельствует об отёке костного мозга, как о его наиболее раннем признаке.
2. МСКТ с использованием цветового картирования и оценкой рентгеновской плотности обладает высокой специфичностью и может использоваться с МРТ в качестве ведущего метода диагностики интрамедуллярной фазы ОГО.

#### **Литература/References**

1. Шамсиев Ж.А., Шамсиев А.М., Махмудов З.М. К вопросу о ранней диагностике острого гематогенного остеомиелита костей тазобедренного сустава у детей. Детская хирургия. 2018. Т. 22, № 2. С. 83–88. Shamsiev ZhA, Shamsiev AM, Makhmudov ZM. To the question of early diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis of bones of the hip joint in children. *Pediatric surgery*. 2018;22(2):83–88.
2. Сажин А.А., Румянцева Г.Н. Особенности течения метаэпифизарного остеомиелита у детей раннего возраста. Тверской медицинский журнал. 2017. № 3. С. 70–72. Sazhin AA, Rumyantseva GN. Features of the course of metaepiphyseal osteomyelitis in young children. *Tver Medical Journal*. 2017;(3):70–72. (In Russ.)
3. Лыуров Д.А., Сварич В.Г., Поздняков А.В. Оптимизация методики ранней диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей. Визуализация в медицине. 2020. Т. 2, № 3. С. 13–21. Lyurov DA, Svarich VG, Pozdnjakov AV. Optimization techniques for early diagnosis of acute hematogenous osteomyelitis in children. *Visualization in medicine*. 2020;2(3):13–21.
4. Маматов А.М., Абдыхаликов Ж.А., Камчыбеков У.А., Боронбаева Э.А. Лечение септических форм острого гематогенного остеомиелита у детей. Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4, № 11. С. 97–100. DOI: 10.5281/zenodo.1488116. Mamatov AM, Abhadylykov ZA, Kamshibekov UA, Boronbaeva EA. Treatment of septic forms of acute osteomyelitis in children. *Bulletin of Science and Practice*. 2018;4(11):97–100. DOI: 10.5281/zenodo.1488116

5. Румянцева Г.Н., Горшков А.Ю., Сергеечев С.П., Михайлова С.И. Острый метаэпифизарный остеомиелит у детей раннего возраста, особенности течения и диагностики. Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. С. 41. Rumyantseva GN, Gorshkov AY, Sergeechev SP, Mikhailova SI. Acute metaepiphyseal osteomyelitis in young children, peculiarities of course and diagnosis. *Modern problems of science and education*. 2017;(4):41.
6. Arnold J.C., Bradley J.C. Osteoarticular infections in children. *Infect Dis Clin North Am*. 2015. Vol. 29, No. 3. P. 557–574. DOI: 10.1016/j.idc.2015.05.012
7. Эшонова Т.Д. Острый гематогенный остеомиелит у детей. Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2016. Т. 95, № 2. С. 146–152. Eshonova TD. Acute hematogenous osteomyelitis in children. *Pediatrics n.a. after G.N. Speransky*. 2016;95(2):146–152.
8. Кармазановский Г.Г. Оценка диагностической значимости метода (чувствительность, специфичность, общая точность). Анналы хирургической гепатологии. 1997. Т. 2. С. 139–142. Karmazanovsky GG. Assessment of diagnostic significance of the method (sensitivity, specificity, overall accuracy). *Annals of HPB Surgery*. 1997;2:139–142.
9. Румянцева Г.Н., Горшков А.Ю., Сергеечев С.П., Михайлова С.И. Методы лучевой диагностики при остром метаэпифизарном остеомиелите. Детская хирургия. 2019. Т. 23, № 1S3. С. 56. Rumyantseva GN, Gorshkov AY, Sergeechev SP, Mikhailova SI. Methods of radial diagnostics in acute metaepiphyseal osteomyelitis. *Pediatric surgery*. 2019;23(1S3):56. (In Russ.)
10. Минаев С.В., Филиппева Н.В., Лескин В.В. и др. Применение лучевых методов в диагностике острого гематогенного остеомиелита у детей. Доктор.Ру. 2018. № 5. С. 32–36. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-149-5-32-36. Minaev SV, Filipieva NV, Leskin VV, et al. Radiological methods in diagnostics of acute haematogenous osteomyelitis in children. *Doctor.Ru*. 2018;(5):32–36. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-149-5-32-36
11. Simpfendorfer C.S. Radiologic approach to musculoskeletal infections. *Infect Dis Clin North Am*. 2017. Vol. 31, No. 2. P. 299–324. DOI: 10.1016/j.idc.2017.01.004.
12. James D.C., Gail J.H., Sheldon L.K., et al. Feigin and Cherry's textbook of pediatric infectious diseases. 7<sup>th</sup> edition. Elsevier, 2014. Vol. 55. P. 711–727.
13. Pugmire B.S., Shailam R., Gee M.S. Role of MRI in the diagnosis and treatment of osteomyelitis in pediatric patients. *World J Radiol*. 2014. Vol. 6, No. 8. P. 530–537. DOI: 10.4329/wjr.v6.i8.530
14. Lee Y.J., Sadigh S., Mankad K., et al. The imaging of osteomyelitis. *Quant Imaging Med Surg*. 2016. Vol. 6, No. 2. P. 184–198. DOI: 10.21037/qjms.2016.04.01
15. Dartnell J., Ramachandran M., Katchburian M. Haematogenous acute and subacute paediatric osteomyelitis. A systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg*. 2012. Vol. 94-B, No. 5. P. 584–595. DOI: 10.1302/0301-620X.94B5.28523
16. Михайлова С.И., Румянцева Г.Н., Юсуфов А.А., и др. Методы лучевой диагностики острого гематогенного остеомиелита у детей разных возрастных групп. Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. С. 148. DOI: 10.17513/spno.29711. Mikhailova SI, Rumyantseva GN, Yusufov AA, et al. Methods of radiation diagnostics of acute hematogenous osteomyelitis in children of different age groups. *Modern problems of science and education*. 2020;(2):148. DOI: 10.17513/spno.29711
17. Стрелков Н.С., Разин М.П. Гематогенный остеомиелит у детей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 160 с. Strelkov NS, Razin MF. *Hematogenic osteomyelitis in children*. Moscow: GEOTAR-Media., 2018. 160 p. (In Russ.)